



COMUNICADO  
TÉCNICO

242

Teresina, PI  
Abril, 2018

**Embrapa**

# Arranjo de plantas de feijão-caupi, sob irrigação, em sistema de plantio direto no centro-norte piauiense

Milton José Cardoso  
Edson Alves Bastos  
Aderson Soares de Andrade Júnior  
Valdenir Queiroz Ribeiro  
Francisco de Brito Melo

# Arranjo de plantas de feijão-caupi, sob irrigação, em sistema de plantio direto no centro-norte piauiense<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Macroprograma 02: 02.14.01.006.00.10.001

Milton José Cardoso, engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. Edson Alves Bastos, engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. Aderson Soares de Andrade Júnior, engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. Valdenir Queiroz Ribeiro, engenheiro-agrônomo, mestre em Experimentação Agronômica, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. Francisco de Brito Melo, engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

Um dos problemas enfrentados nas regiões de cultivo do feijão-caupi no Meio-Norte brasileiro é a irregularidade do período chuvoso associado a outros fatores, como solos de textura arenosa, temperaturas elevadas e manejo inadequado do sistema produtivo como a densidade de plantio. Esses fatores contribuem para o baixo rendimento de grãos da cultura na região. Na safra 2016/2017, a produtividade média foi de 474 kg ha<sup>-1</sup> (Acompanhamento..., 2017). Esse valor é bem menor do que o rendimento de grãos obtido quando a cultura é cultivada em sistemas de produção tecnificados (Makoi et al., 2009; Oliveira Filho et al., 2016; Cardoso et al., 2017).

As pesquisas com a cultura do feijão-caupi têm avançado e contribuído para o rendimento de grãos

e a rentabilidade, colaborando para aumentar o interesse de médios e grandes produtores (Freire Filho, 2011; Oliveira Filho et al., 2016 ).

Nesse sentido, destacam-se a densidade de plantio e o sistema de semeadura direta. A primeira prática diz respeito ao arranjo de plantas e é muito importante para otimizar o rendimento de grãos, pois influencia o índice de área foliar, o ângulo de inserção foliar e a interceptação da luz incidente por outras partes da planta, principalmente nos extratos inferiores do dossel. Portanto a densidade de plantio afeta diretamente a interceptação de radiação solar incidente, que é um dos principais fatores de definição do rendimento de grãos.

O sistema de semeadura direta é considerado promissor para a cultura do feijão-caupi por utilizar resíduos de cultura para cobertura do solo com a finalidade de manter a umidade, contribuindo para o controle de plantas daninhas. Essa prática é uma alternativa para a redução do risco de déficit hídrico, como também para a melhoria da eficiência do uso da água. Outra vantagem da semeadura direta sob palhada é a redução da temperatura do solo, diminuindo o efeito drástico das condições climáticas desfavoráveis ao desenvolvimento da cultura.

O objetivo deste estudo foi avaliar a densidade de plantio de cultivares de feijão-caupi, de portes ereto e semiprostrado, em sistema de semeadura direta sob irrigação.

O trabalho foi conduzido em um Argissolo Vermelho-Amarelo (Figura 1), em regime irrigado por aspersão convencional no período de setembro a novembro de 2016, em área da Embrapa Meio-Norte, localizada na mesorregião do centro-norte piauiense, na microrregião de Teresina, PI. As coordenadas geográficas do local, obtidas por GPS, são latitude sul de 05°02'09,9", longitude oeste de 42°47'544" e altitude de 69,0 metros. As análises químicas de amostras do solo, coletadas a 20 cm de profundidade e analisadas no Laboratório de Fertilidade do Solo da Embrapa Meio-Norte, apresentaram pH ( $H_2O$  1:2,5) = 5,7; fósforo ( $mg\ dm^{-3}$ ) = 134,0; potássio ( $cmol_c\ dm^{-3}$ ) = 0,17; cálcio ( $cmol_c\ dm^{-3}$ ) = 4,3; magnésio ( $cmol_c\ dm^{-3}$ ) = 1,9; alumínio ( $cmol_c\ dm^{-3}$ ) = 0,1; e matéria orgânica ( $g\ kg^{-1}$ ) = 21,2.



**Figura 1.** Solo Argissolo Vermelho-Amarelo da área experimental. Teresina, PI, 2016.

Fonte: Melo et al. (2014).



Foram instalados, lado a lado, com cobertura morta (palhada de gramíneas – sorgo + *Brachiaria brisantha* cultivar Marandu) em torno de 80% (Figura 2), dois experimentos com feijão-caupi (BRS Itaim, tipo fradinho, de porte ereto e ciclo determinado, e BRS Pajeú, de porte

semiprostrado e ciclo indeterminado) em delineamento experimental em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de seis densidades de plantio (8, 12, 16, 20, 24 e 28 plantas  $m^{-2}$  – BRS Itaim e 2, 6, 10, 14, 18 e 22 plantas  $m^{-2}$  – BRS Pajeú).



**Figura 2.** Área dos ensaios com feijão-caupi. Teresina, PI. Safra 2015/2016. Formação da palhada (A). Área com palhada dessecada (B).

As parcelas foram compostas por quatro fileiras, espaçadas de 0,50 m (BRS Itaim) e de 0,80 m (BRS Pajeú), com 5,0 metros de comprimento. A área útil foi constituída pelas duas fileiras centrais (Figura 3). Na semeadura, realizada em 09/09/2016, foram utilizados excesso de sementes nas fileiras e, por

ocasião do desbaste, deixaram-se as plantas necessárias às densidades programadas. A adubação de fundação constou de 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato simples) e 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio). Aos 15 dias da semeadura, foi feita uma adubação de cobertura com 20 kg ha<sup>-1</sup> de N (sulfato de amônio).



**Figura 3.** Parcelas de feijão-caupi BRS Itaim, de porte ereto (A), e BRS Pajeú, de porte semiprostrado (B). Teresina, PI, 2016.

As irrigações foram efetuadas por um sistema de aspersão convencional fixo (Figura 4), com aspersores de impacto, espaçados de 12 m x 12 m, com bocais de 4,4 mm x 3,2 mm e vazão de 1,59 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>, a uma pressão de serviço de 3,0 x 10<sup>5</sup> Pa. Para quantificar a lâmina de irrigação aplicada, aos 6 dias após a semeadura, foram instalados 16 coletores em cada ensaio, perfazendo um total de 32 coletores na área experimental. Esses coletores foram espaçados de 3,0 m x 3,0 m e ficaram posicionados entre quatro aspersores.

A aplicação dos regimes hídricos foi realizada por meio da reposição da evapotranspiração da cultura (ETc), determinada com base na evapotranspiração de referência

(ETo), estimada pelo método de Penman-Monteith, conforme metodologia proposta por Allen et al. (1998), e pelo coeficiente de cultura (Kc) do feijão-caupi, recomendado por Andrade Júnior et al. (2000). A ETo foi estimada com base em dados climáticos médios diários de temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar global e velocidade do vento, obtidos de estação agrometeorológica automática, instalada próximo do experimento.

As lâminas aplicadas foram de 240 mm e 270 mm, respectivamente, nas cultivares BRS Itaim e BRS Pajeú. O consumo médio diário num ciclo de 60 dias foi de 4,00 mm dia<sup>-1</sup> (BRS Itaim) e num ciclo de 65 dias, de 4,15 mm dia<sup>-1</sup> (BRS Pajeú).



**Figura 4.** Sistema de irrigação utilizado nos ensaios de feijão-caupi, com as variedades BRS Itaim e BRS Pajeú. Teresina, PI. Safra 2015/2016.

As características agronômicas avaliadas foram: comprimento de vagens (CPV), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), número de vagens por área (NVA), massa de cem grãos em gramas (MCG) e peso de grãos (PG), em kg por área útil e corrigido para 13% de umidade pela equação:  $PGC = [(100-H_i) \times PG] / (100-H_f)$ , em que  $PGC$  = peso de grãos corrigido,  $H_i$  = umidade de grãos, determinada em aparelho digital Gehaka G600i,  $H_f$  = umidade de grãos que deve ser corrigida (13%). As quatro primeiras características foram obtidas em dez vagens escolhidas ao acaso, na área útil de cada tratamento. O rendimento de grãos (RGHA; kg ha<sup>-1</sup>) foi calculado de acordo com a equação  $RGHA = (10.000 \text{ m}^2 \times PGC \text{ kg}) / (\text{área útil em m}^2)$ . A eficiência

máxima de uso da água foi calculada pela relação do rendimento de grãos máximo e a lâmina aplicada em metros cúbicos.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram analisadas por meio de regressão polinomial, utilizando-se modelos de primeiro e segundo graus para densidades de plantio, seguindo a metodologia de Zimmermann (2014). Os dados de rendimentos de grãos foram correlacionados com as variáveis observadas. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software SAS (SAS Institute, 2015).

A análise de variância mostrou efeitos significativos nas densidades de plantio em relação aos caracteres estudados (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores dos quadrados médios do comprimento de vagens (CPV), número de grãos por vagem (NGV), produtividade de grãos por hectare (PGHA), massa de cem grãos (MCG), número de vagens por planta (NVP) e número de vagens por área (NVA), das cultivares de feijão-caupi BRS Itaim e BRS Pajeú, sob irrigação, em sistema de semeadura direta. Teresina, Piauí, 2016.

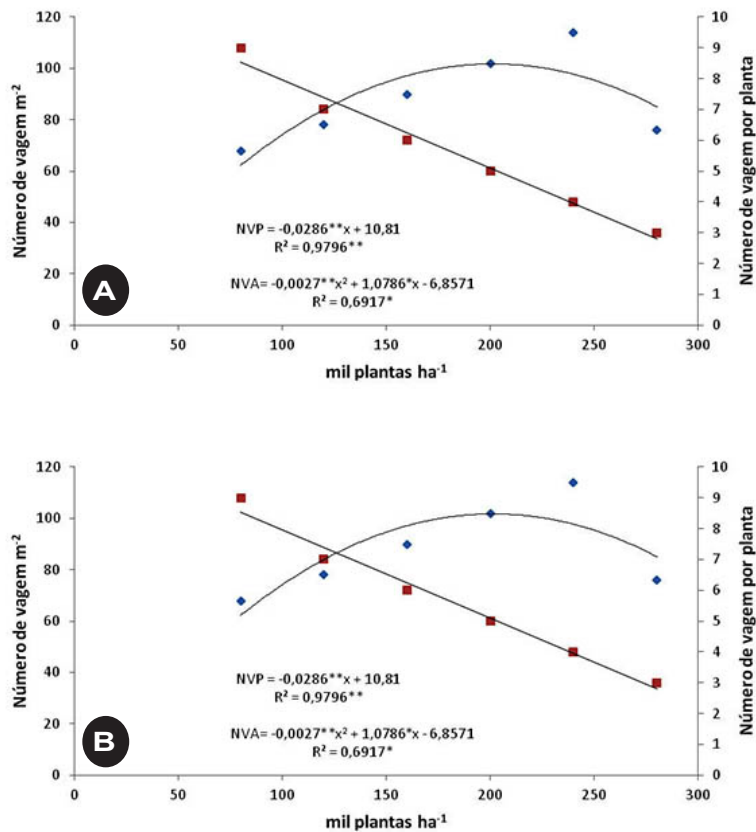
Fonte de variação	CPV	NGV	PGHA	MCG	NVP	NVA
<b>BRS Itaim</b>						
BL	0,9694*	0,01162**	130134,71**	0,6635**	0,3385**	2,0379**
DP	1,1050*	0,03037**	334761,81**	1,8316**	0,5968*	5,4669**
CV(%)	2,90	1,09	4,70	1,59	4,42	3,55
Média	17,76	12,56	1748,94	21,95	5,38	89,30
<b>BRS Pajeú</b>						
BL	1,9741	0,003458	41204,174*	0,4540	0,003128	0,0751**
DP	3,4966**	0,01826*	774867,77**	5,2534**	1,83699**	7,9504**
CV(%)	3,89	1,79	6,07	1,99	1,60	1,30
Média	20,59	15,92	1649,27	21,64	5,95	65,61

\*\* ( $p < 0,01$ ) e \* ( $P < 0,05$ ), respectivamente, significativos a 1% e 5% pelo teste F. BL = Blocos; DP = densidade de plantio.



O número de vagens por planta respondeu de maneira linear decrescente, enquanto o número de vagens por área apresentou resposta quadrática com o aumento da densidade de plantio de feijão-caupi (Figura 5). O decréscimo linear do número de vagens por planta indica que, para cada aumento de mil plantas por hectare, houve uma redução

de 0,0286 e 0,0343 vagens por planta, respectivamente, nas cultivares BRS Itaim e BRS Pajeú. O número de vagens por área respondeu quadraticamente à densidade de plantio, atingindo um máximo de 101 vagens m<sup>-2</sup> com a cultivar BRS Itaim (199,74 mil plantas ha<sup>-1</sup>) e 84,20 vagens m<sup>-2</sup> com a cultivar BRS Pajeú (158,48 mil plantas ha<sup>-1</sup>).

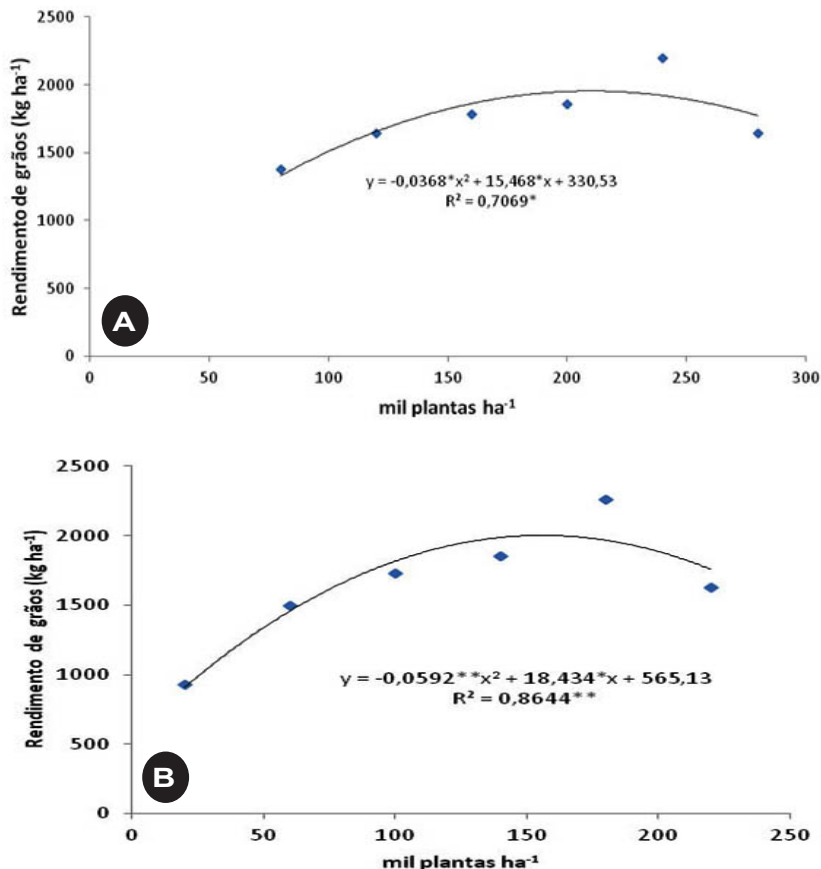


**Figura 5.** Número de vagens m<sup>-2</sup> e número de vagens planta<sup>-1</sup> de feijão-caupi, BRS Itaim (A) e BRS Pajeú (B), em sistema de semeadura direta (SSD), em Teresina, PI, safra 2015/2016. \*\* e \* significativos a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste t.



O incremento na densidade de plantio proporcionou resposta quadrática no rendimento de grãos (Figura 6), com máximo de 1.956 kg

ha<sup>-1</sup> com a cultivar BRS Itaim na população de 210 mil plantas ha<sup>-1</sup> e 2.000 kg ha<sup>-1</sup> com a cultivar BRS Pajeú na população de 156 mil plantas ha<sup>-1</sup>.



**Figura 6.** Rendimento de grãos de feijão-caupi, variedades BRS Itaim (A) e BRS Pajeú (B), em sistema de semeadura direta (SSD), em Teresina, PI, safra 2015/2016. \*\* e \* significativos a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste t. Eficiência de uso da água máxima de 0,82 kg m<sup>-3</sup> (BRS Itaim) e 0,74 kg m<sup>-3</sup> (BRS Pajeú).

O número de vagens por área apresentou o maior coeficiente de correlação ( $P < 0,01$ ), com o rendimento de grãos, com valor médio de 0,63 com a cultivar BRS Itaim e de 0,93 com a cultivar BRS Pajeú (Tabela 2). Esse fato mostra que, com o aumento da densidade de plantio, ocorre uma redução da produção de grãos por planta, entretanto há um aumento da produção por área, fazendo com que a produção por unidade de área seja máxima, quando a densidade de plantio é a desejada.

Como considerações finais, ressalta-se que o ajuste das densidades de plantio em sistema de plantio direto com feijão-caupi pode contribuir para a estabilidade do sistema. Isso ocorre porque a cobertura do solo com palhada vegetal reduz os impactos negativos, seja climáticos seja mecânicos, além de melhorar as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, contribuindo para

a obtenção de altos rendimentos da cultura. Os benefícios da adoção de população adequada de plantas em sistema de plantio direto de feijão-caupi foram constatados no presente trabalho, no qual foram obtidos rendimentos de grãos em torno de 2.000 kg ha<sup>-1</sup>. Dentro dos conceitos modernos de agricultura, os altos rendimentos, associados à eficiência produtiva, são pilares para a sustentabilidade dos sistemas. Neste trabalho, a cultivar BRS Itaim, de porte ereto, obteve uma eficiência de uso da água máximo de 0,82 kg m<sup>-3</sup> e a cultivar BRS Pajeú, de porte semiprostrado, de 0,74 kg m<sup>-3</sup>. O incremento da densidade de plantio afeta os componentes de rendimento número de vagens por planta e por área. O número de vagens por área é o componente que mais se correlaciona com o rendimento de grãos, independentemente da variedade utilizada.

**Tabela 2.** Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson do rendimento de grãos em relação ao comprimento de vagem, número de grãos por vagem, número de vagens por planta, número de vagens por área e massa de cem grãos do feijão-caupi, cultivares BRS Itaim e BRS Pajeú, sob irrigação, em sistema de semeadura direta. Teresina, Piauí, 2016.

Variável	BRS Itaim	BRS Pajeú
Comprimento de vagem	-0,3281	-0,1249
Número de grãos por vagem	-0,6852*	-0,3112
Número de vagens por planta	-0,3099	-0,7428**
Número de vagens por área	0,6253**	0,9330**
Massa de cem grãos	-0,5249**	-0,4263*

\*\* ( $P < 0,01$ ) e \* ( $P < 0,05$ ) ) significativo as 1% e 5% , respectivamente, pelo teste t.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao técnico José Anchieta Fontenele e ao assistente Antônio Vieira Paz pela contribuição nas instalações e avaliações dos experimentos.

## Referências

- ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA: grãos: safra 2017/2018: primeiro levantamento. Brasília, DF, v. 5, n.1, p. 84, out. 2017. Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/gaos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/12565\\_70ce8f808de9b37964d1111338f97d8a](https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/gaos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/12565_70ce8f808de9b37964d1111338f97d8a)> Acesso em: 18 out. 2017.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; RODRIGUES, B. H. N.; BASTOS, E. A. Irrigação. In: CARDOSO, M. J. (Org.). **A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. p. 127-154. (Embrapa Meio-Norte. Circular técnica, 28).
- CARDOSO, M. J.; BASTOS, E. A.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; MELO, F. de B. Agronomic performance of 'BRS' Itaim cowpea beans at different planting densities under no-tillage and conventional system. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 48, n. 5, Esp., p. 856-861, 2017.
- FREIRE FILHO, F. R. (Ed.). **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p.
- MAKOI, J. H. J. R.; CHIMPHANGO, S. B. M.; DAKORA, F. D. Effect of legume plant density and mixed culture on symbiotic N<sub>2</sub> fixation in five cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] genotypes in South Africa. **Symbiosis**, v. 48, n. 1-3, p. 57-67, Feb. 2009.
- MELO, F. de B.; ANDRADE JUNIOR, A. S. de; PESSOA, B. L. de O. **Levantamento, zoneamento e mapeamento pedológico detalhado da área experimental da Embrapa Meio-Norte em Teresina, PI**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2014. 47 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 231).
- OLIVEIRA FILHO, A. F.; BEZERRA, F. T. C.; PITOMBEIRA, J. B.; DUTRA, A. S.; BARROS, G. L. Eficiência agrônômica e biológica nos consórcios da mamoneira com feijão-caupi ou milho. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, n. 4, p. 729-736, out./dez. 2016.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT® 14.1 user's guide**. Cary, 2015. Disponível em: <<http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/68162/PDF/default/statug.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2016.
- ZIMMERMANN, F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. 2.ed.rev.ampl. Brasília, DF: Embrapa; Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 582 p.

Exemplares desta edição  
podem ser adquiridos na:

**Embrapa Meio-Norte**

Av. Duque de Caxias, 5.650, Bairro Buenos  
Aires, Caixa Postal 01  
CEP 64008-780, Teresina, PI  
Fone: (86) 3198-0500  
Fax: (86) 3198-0530  
[www.embrapa.br/meio-norte](http://www.embrapa.br/meio-norte)  
Sistema de atendimento ao Cliente(SAC)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

1ª edição (2018): formato digital



**Comitê Local de Publicações  
da Unidade Responsável**

**Presidente**

*Danielle Maria Machado Ribeiro Azevedo*  
Secretário-Executivo  
*Jeudys Araújo de Oliveira*

**Membros**

*Edvaldo Sagrilo, Ligia Maria Rolim Bandeira,*  
*Luciana Pereira dos Santos Fernandes,*  
*Orlane da Silva Maia, Humberto Umbelino de*  
*Sousa, Francisco das Chagas Monteiro, José*  
*Almeida Pereira, Pedro Rodrigues de Araújo*  
*Neto, Carolina Rodrigues de Araujo, Francisco*  
*de Brito Melo, Maria Teresa do Rêgo Lopes,*  
*Jefferson Francisco Alves Legat, Karina*  
*Neoob de Carvalho Castro*

**Supervisão editorial**

*Ligia Maria Rolim Bandeira*

**Revisão de texto**

*Francisco de Assis David da Silva*

**Normalização bibliográfica**

*Orlane da Silva Maia - CRB 3/915*

**Tratamento das ilustrações**

*Jorimá Marques Ferreira*

**Fotos**

*Milton José Cardoso*